



---

*Les 3 parties du projet*

Traitement du signal

**Electronique**

Assembleur

## *Projet : Electronique*

---

*Concevoir un circuit électronique simple*

*Dimensionner les éléments d'un filtre RLC série à partir de la fonction de transfert voulue*

*Concevoir un montage simple d'adaptation 0/3V3 pour l'entrée ADC du microcontrôleur*

*Dimensionner un convertisseur courant / tension*

*Réaliser, mettre au point un montage*

*Câbler le montage et le mettre sous tension*

*Utiliser les appareils de mesure classique (oscilloscope, GBF, multimètre)*

---

Documents associés :



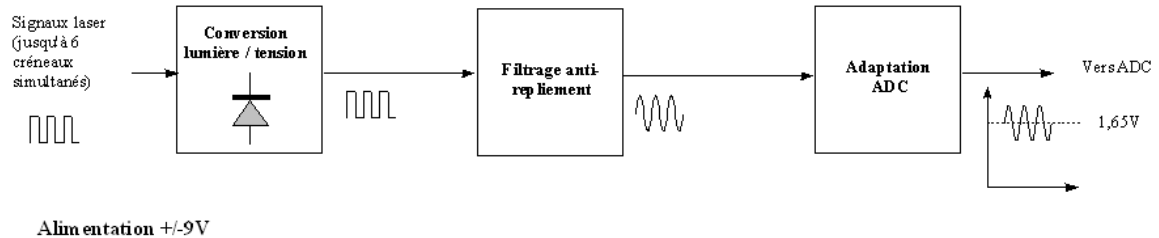
Fiche\_Materiel\_Oscilloscope.pdf



Fiche\_Materiel\_Elec.pdf

Document à fournir : Synthèse traitement signal, électronique sous format pdf

## 1. Présentation de l'ensemble électronique à réaliser



**Figure 1** : Schéma fonctionnel de l'électronique de réception

Le dispositif électronique se compose donc de trois blocs, alimentés en +/-9V :

- **La conversion lumière tension** : Le faisceau laser est capté par une photodiode spécialement adaptée. Elle produit un courant à l'image du laser. Un montage à AOP permet de transformer le courant en un signal de type tension.
- **Le filtrage anti-repliement** : Comme on l'a vu lors de la partie traitement de signal, il a pour rôle de ne conserver que le fondamental.
- **Le bloc d'adaptation ADC** : il a pour rôle de recentrer le signal autour de 1,65V (3V3 / 2). En effet, l'ADC ne supporte que des tensions comprises entre 0 et 3V3.

## 2. Le filtre anti-repliement

On rappelle la fonction de transfert du filtre envisagé :

$$F(p) = \frac{1}{1,7483 \cdot 10^{-23} \cdot p^4 + 7,6663 \cdot 10^{-18} \cdot p^3 + 1,162 \cdot 10^{-11} \cdot p^2 + 3,0332 \cdot 10^{-6} \cdot p + 1}$$

Ce filtre d'ordre 4, difficile à réaliser directement, est décomposé en deux filtres d'ordre 2 :

$$F_1(p) = \frac{1}{1 + 2,783 \cdot 10^{-6} \cdot p + 8,976 \cdot 10^{-12} \cdot p^2}$$

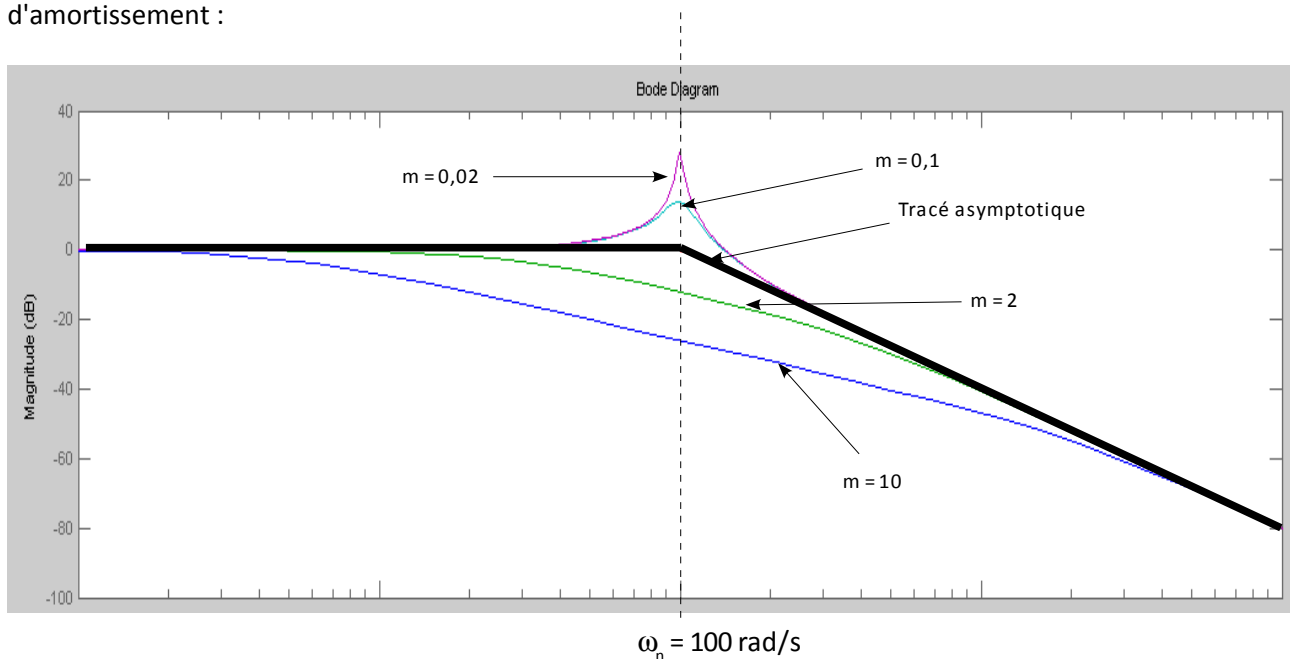
$$F_2(p) = \frac{1}{1 + 2,502 \cdot 10^{-7} \cdot p + 1,948 \cdot 10^{-12} \cdot p^2}$$

On rappelle la forme normalisée d'un filtre passe-bas d'ordre 2 :

$$T(p) = \frac{1}{1 + 2 \cdot m \cdot \frac{p}{\omega_n} + \frac{p^2}{\omega_n^2}}$$

- $\omega_n$  est la **pulsation propre** de la cellule
- $m$  est le **facteur d'amortissement**

Voici l'allure d'un tracé de Bode, pour une pulsation propre donnée,  $\omega_n = 100$  rad/s, et pour divers facteurs d'amortissement :



**Figure 2** : Influence du facteur d'amortissement sur la réponse d'un filtre passe-bas d'ordre 2

La figure précédente illustre bien l'effet des deux paramètres :

- la **pulsation propre** indique la pulsation où se croisent des deux tracés asymptotiques (le premier correspond à  $\omega$  qui tend vers 0, et le second correspond à  $\omega$  qui tend vers l'infini, courbes noires épaisses)

- Le **facteur d'amortissement** indique si la courbe résonne ou non : plus  $m$  est faible, plus on observe une résonance importante.
- 1. A partir des deux fonctions de transfert données, déterminer pour chacune le facteur d'amortissement ainsi que la fréquence propre,  $f_n = 2.\pi.\omega_n$ .
- 2. Faire un tracé de Bode approximatif de chacune des fonctions de transfert sur un même graphe.
- 3. Tracer les diagrammes de Bode dans Matlab. Comparer.

On propose de réaliser le filtre passe-bas avec deux circuits d'ordre 2, de type RLC série. On dispose de deux selfs,  $L_1 = 220\mu\text{H}$  (cellule 1),  $L_2 = 1\text{mH}$  (cellule 2).

- 4. Proposer un circuit. Déterminer la fonction de transfert de chacune des cellules en fonction de R, L et C.
- 5. Déterminer les éléments de chacun des filtres. Attention, il convient d'insérer un AOP suiveur entre les deux étages afin que le second ne perturbe pas le premier. Câbler le montage. Le tester. Relever quelques points et comparer au tracé obtenu dans Matlab.

### 3. Conversion laser / tension

Vous utiliserez un montage à AOP dit « transimpédance », convertisseur courant-tension. Afin de faire un choix de composant adéquat, voici quelques données techniques :

Grandeur	Valeur	Commentaire
Puissance du LASER	700 $\mu\text{W}$ à 1mW	Selon le pistolet
Sensibilité de la photodiode nue	$S = 550 \text{ mA/W}$	Il s'agit de photodiodes collées sur les boîtiers CD disponibles en salle de TP.
Sensibilité de la photodiode placée sur les cibles, derrière le matériau diffusant	$S = 55 \text{ mA/W}$	Dépend du matériau. On peut en effet considérer que le matériau diffusant provoque une atténuation de la puissance reçue par la photodiode d'un facteur 10.

On demande que la sortie du montage transimpédance fournisse une tension crête à crête de 200 mVcc environ lorsque le laser frappe directement la cellule.

**NB:** les niveaux de tension sont faibles de manière à ce que les AOP fournissent peu de courant (il faut éviter la saturation en courant).

**NB:** lorsque vous travaillerez sur le capteur de la cible (donc photodiode précédé du matériaux diffusant), il faudra peut-être revoir en conséquence les valeurs du montage.

6. Concevoir et câbler le montage transimpédance. Procédez à la vérification expérimentale en utilisant un pistolet. Il y aura probablement une tension continue en sortie de montage qui va se superposer au signal utile. Expliquez son origine.
7. Reliez les deux montages et observez la sortie du filtre lors d'un tir de pistolet. Parcourir les 6 fréquences possibles du pistolet et vérifier les amplitudes et fréquences de sortie.

#### ***4. Adaptation à la plage de l'ADC du STM32***

Le but de la fonction est d'adapter la tension produite à la plage de l'ADC. Elle doit donc être comprise entre 0 et 3V3. Le but est donc de centrer le signal au milieu de la plage, soit 1,65V.

Ainsi, en supposant que 6 tirs arrivent simultanément (produisant chacun une onde de 200mVcc), l'amplitude pic à pic de la tension de sortie sera, dans le pire cas,  $0.2 \times 6 = 1,2V_{cc}$ , ce qui est acceptable par l'ADC.

8. Concevoir un petit montage permettant de répondre à la spécification. Ce montage permettra en outre, de se débarrasser de la composante continue présente dans le signal (question 6).
9. Faire un essai, valider l'ensemble du montage.
10. Faire un essai avec deux voire trois pistolets. Opérer une FFT sur l'oscilloscope.

#### ***5. Synthèse traitement de signal + électronique***

On vous demande de fournir une synthèse en format pdf. Elle devra contenir :

- les spécifications de la DFT à opérer dans le contexte du jeu (valeur des divers paramètres avec explication).
- Le schéma électronique complet avec les valeurs de tous les composants, et avec le repérage de chacune des fonctions constitutives.
- Les calculs de tous les éléments de l'électronique

Ce document est à remettre au début de l'étape d'assembleur.